

京阪電鉄中之島線（大江橋駅）における河川水利用氷蓄熱式空調システムの計画と評価
**Planning and Evaluation of Ice Storage Air Conditioning System using River Water
 in Keihan Nakanoshima Line Oebashi Station**

日建設計総合研究所
 Nikken Sekkei Research Institute
 丹羽 英治
 Hideharu NIWA

キーワード：氷蓄熱システム(Ice Storage System)、河川水(River Water)

はじめに

京阪電鉄中之島駅舎（大江橋駅）では、河川に平行する立地条件を活かして、未利用エネルギーの有効利用、ヒートアイランド対策、駅舎に隣接する中之島遊歩道の環境向上等を目的に、空調システムの冷却水に河川水を全面的に利用する計画とした。また、負荷平準化と駅舎への供給安定性確保の観点から、内融式氷蓄熱システムによる空調システムを採用した。平成20年10月の開業後、夏季の運転実績データをもとに、当該システムの性能評価を実施し、計画意図の検証を行った。また、あわせてプラットホームの熱環境等について実測を行い、評価と検証を行った。

1. 中之島線の概要

京阪電鉄中之島線は、中之島を縦断する延長約2.9kmの地下路線で、4つの新駅が誕生した。平成15年度に着工、平成20年10月に開通した。

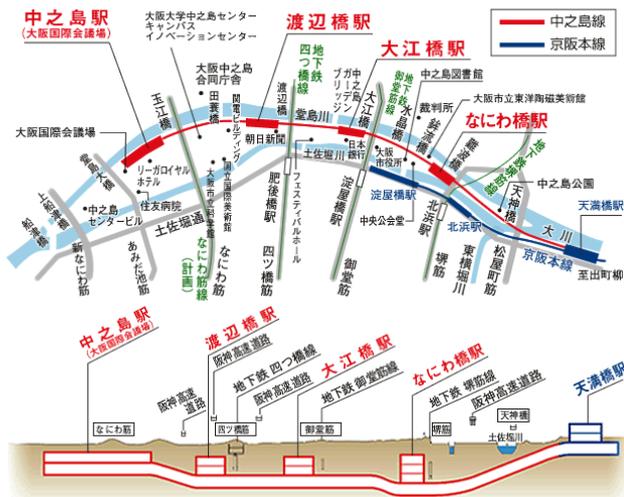


図1 京阪電鉄中之島線の概要



写真1 ラッチ外コンコース(大江橋駅)

2. 駅舎の概要（大江橋駅）

所在地：大阪市北区中之島二丁目

構造：地下3階

各階主用途：地下1階 コンコース、電気室等
 地下2階 機械室
 地下3階 プラットホーム（島式）

延床面積：7,507 m²

竣工：2008年10月

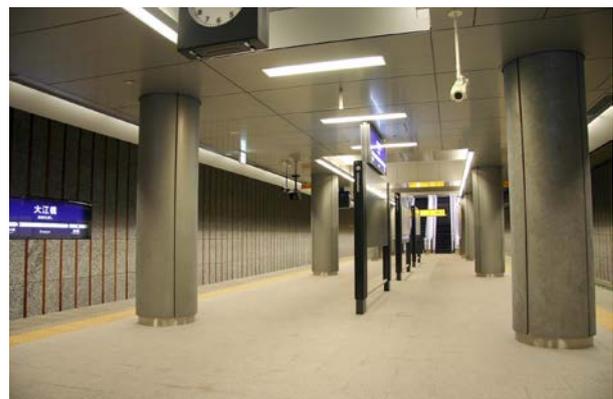


写真1 プラットホーム(大江橋駅)

3. 河川水利用システムの計画

地域熱供給を利用している渡辺橋駅を除く3つの駅では、未利用エネルギーの有効利用とヒートアイランド対策、遊歩道の環境向上を目的として、冷房設備に河川水が利用されている。河川に接する中之島の立地条件を最大限に活かし、河川上流で取水、駅舎内で冷却水として熱的利用をした後、下流側に放水する計画とした。

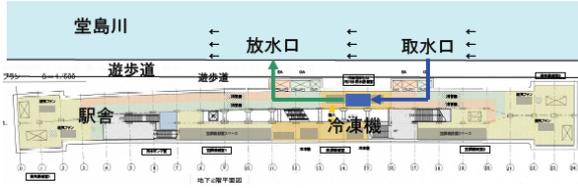


図2 河川水利用システム概念図

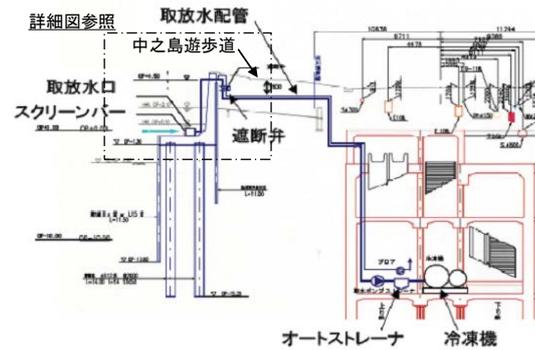


図3 取放水設備断面図

表1 河川水使用許可条件(大江橋駅)

日最大水量	4,074 m ³ /日
時間最大水量	194 m ³ /h
秒最大取水量	0.054 m ³ /s



写真3 取放水口

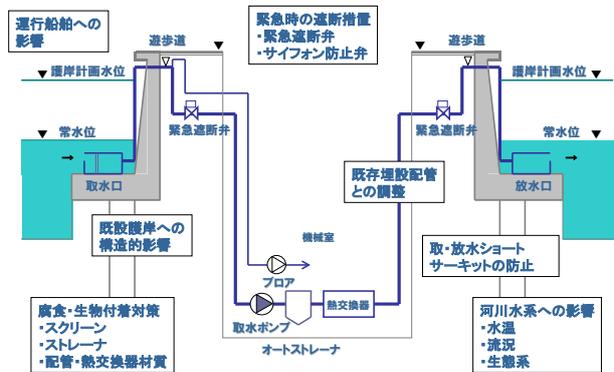


図4 取放水設備の計画留意事項

4. 氷蓄熱システムの計画

冷房熱源システムとしては、負荷平準化と供給安定性確保のため、河川水利用氷蓄熱システム（内融式）を採用した。熱源機として水冷式ブラインチラーを2基設置し、その冷却水に河川水を直接利用している。列車の運行上、蓄熱時間は0:00~6:00の6時間、ラッシュ時およびピーク負荷時間帯を中心に放熱運転を行う。昼間の追掛運転パターンは季節や負荷に応じて変更され、できる限り蓄熱を使い切る計画とした。

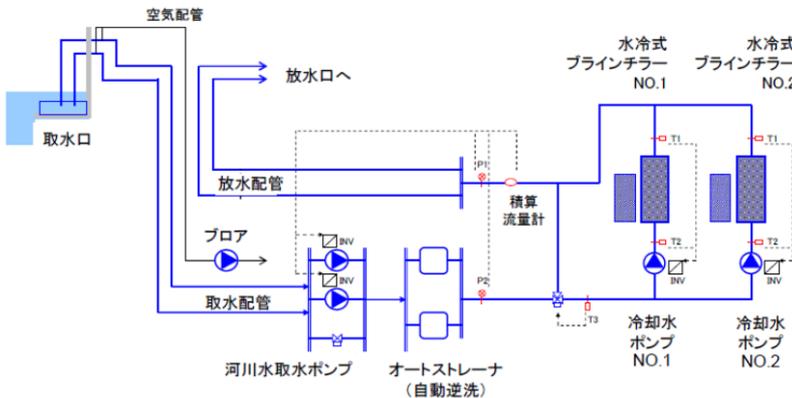


図5 河川水利用氷蓄熱システムの概要



写真4 氷蓄熱槽とブラインチラー、ポンプ

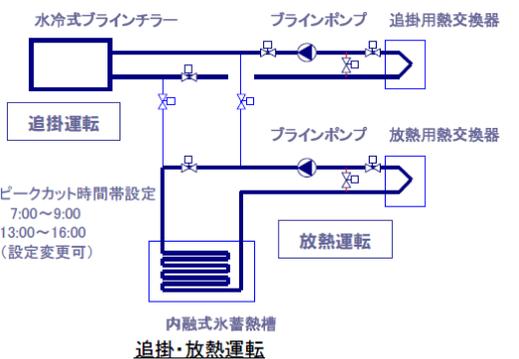
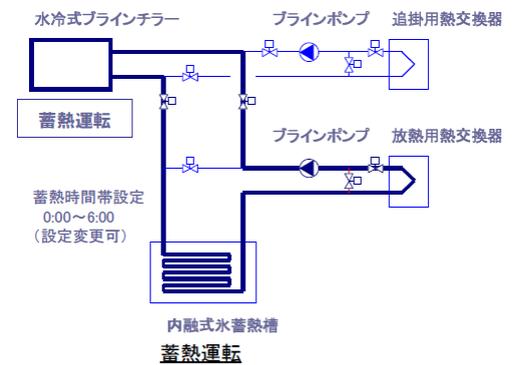


図6 氷蓄熱システムの運転フロー

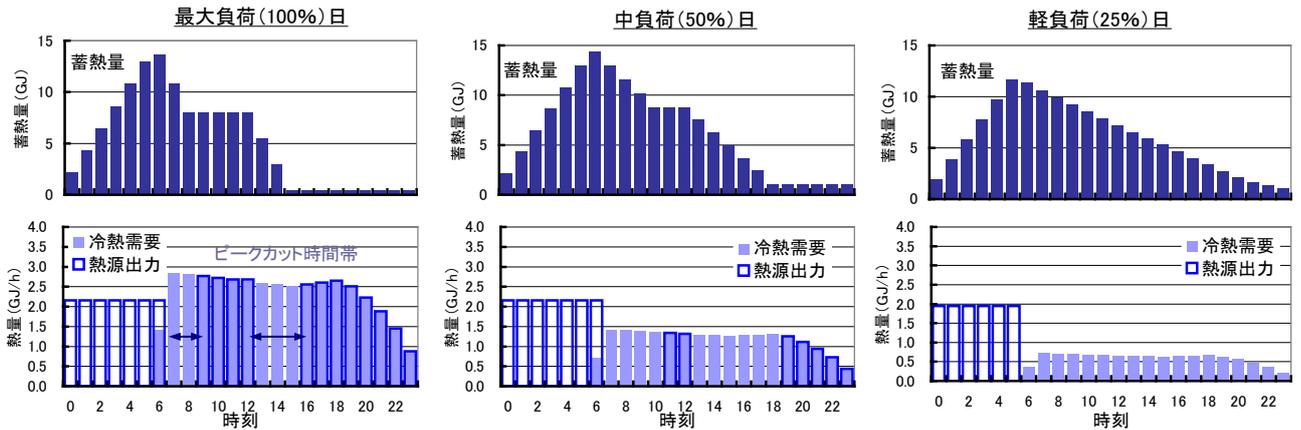
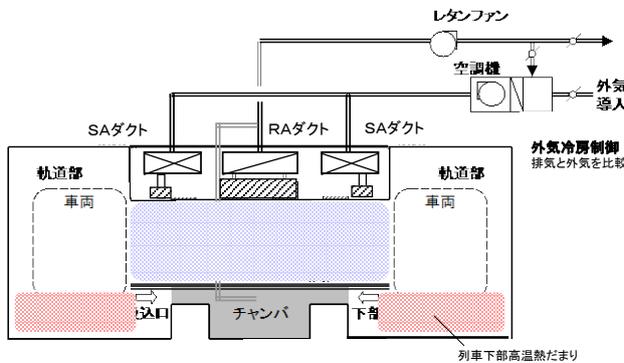


図7 氷蓄熱システムの運転パターン

5. プラットホームの空調計画

プラットホームの空調方式は、単一ダクト全空気方式（定風量）を採用し、外気冷房が可能な方式とした。プラットホームの空調方式決定にあたっては、基本設計段階において、CFDを用いた環境解析モデルを作成し、給気口、吸込口の配置の異なるケースについて、温度分布、エネルギー消費量の違い等の検討を行った。また、環境解析モデルを用いて、ホーム端部に発生する列車風の予測を行い、端部に設置した遮風壁やバイパス流の効果を検討した。



プラットホームの空調方式

図8 プラットホームの空調計画

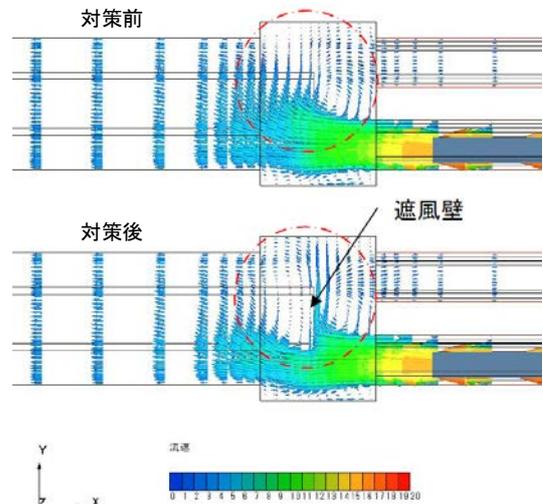


図9 プラットホーム端部の列車風予測

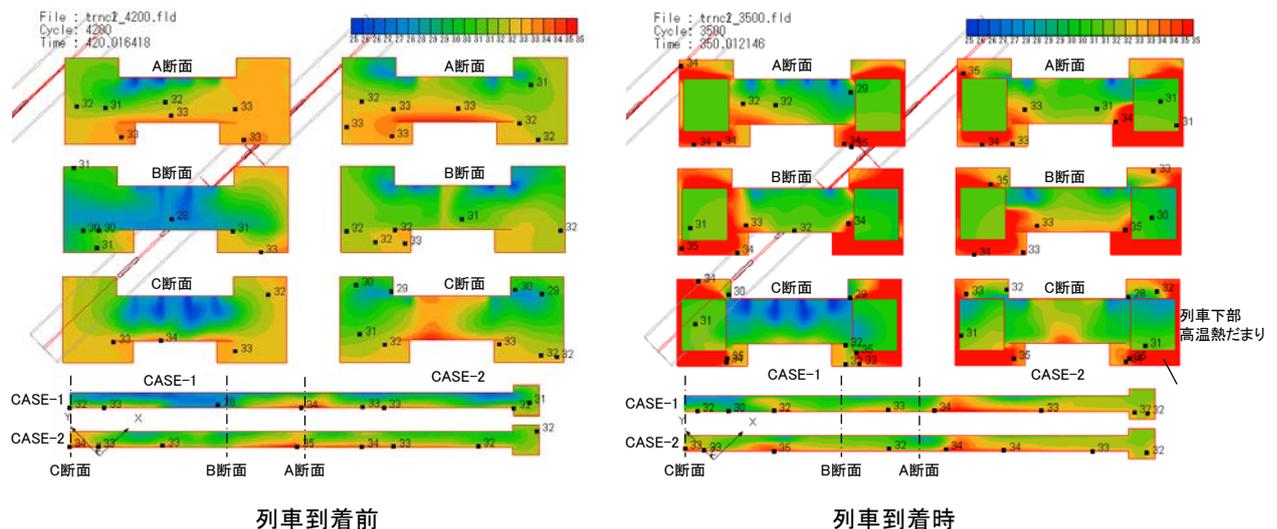


図10 プラットホームの熱環境解析

6. 河川水利用氷蓄熱式空調システムの評価

1) 代表日の性能評価

最大負荷日（8月13日（木））、中負荷日（7月18日（土））、軽負荷日（7月12日（日））の運転状況を示す。負荷に応じて昼間の放熱と追掛運転が制御され、計画時の運転パターンとよく対応している。その結果、軽負荷日においても氷が概ね使い切られていることがわかる。

2) 期間性能評価

ブラインチラーの成績係数は、河川水温度に応じて2.5~3.5を推移し、期間平均COPは3.0であった。ブラインチラーは、期間を通じて蓄熱出力が維持され、計画どおり夜間移行されている。期間夜間移行率（全出力に対する蓄熱運転出力の比率）は65%であった。

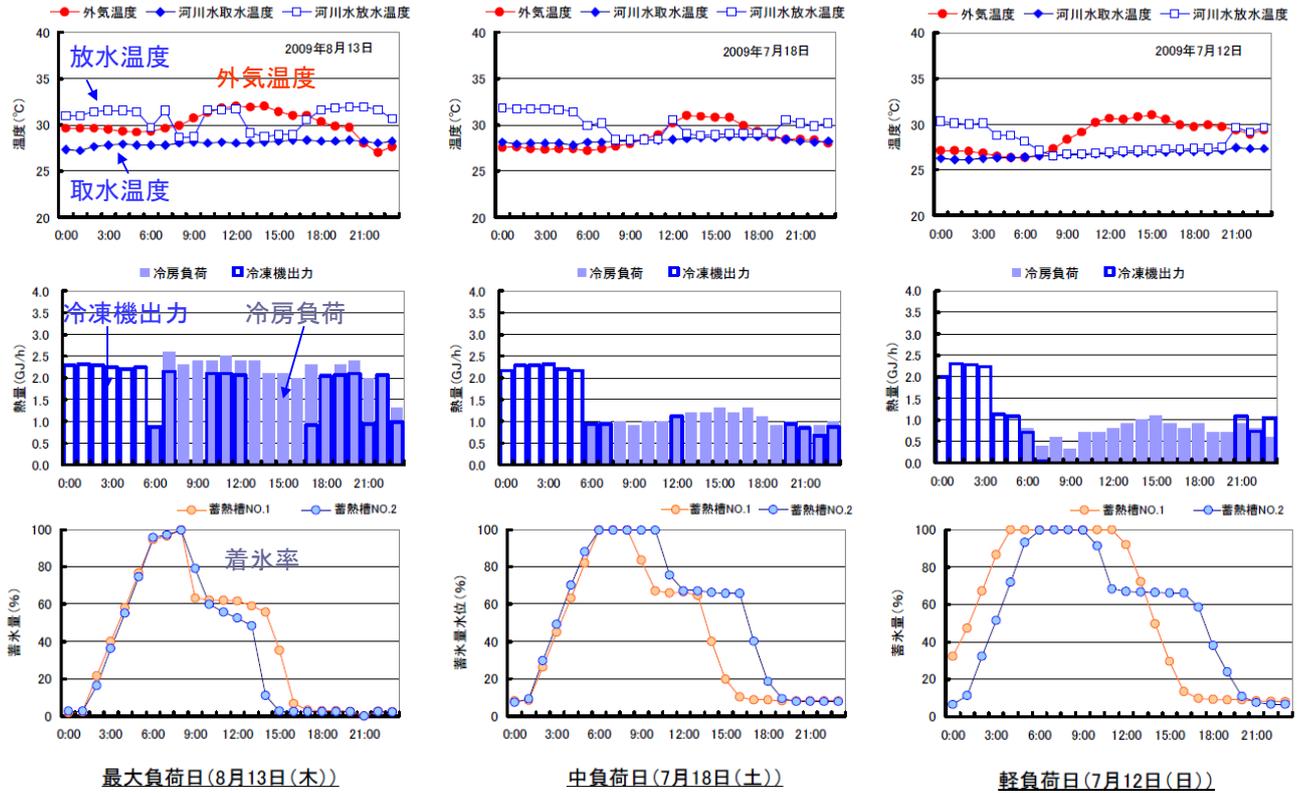


図11 2009年夏季代表日の運転状況

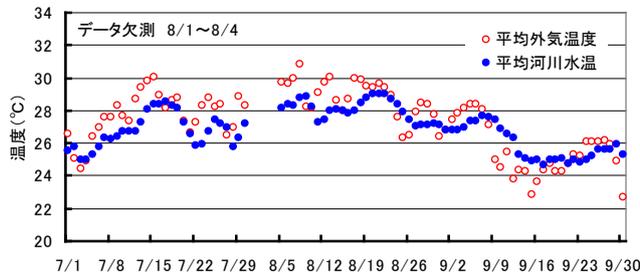


図12 日平均外気温度と河川水温度

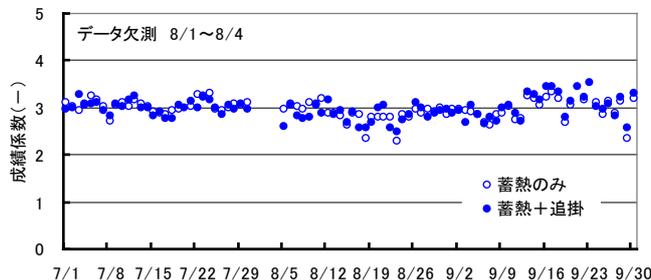


図13 日平均ブラインチラー成績係数

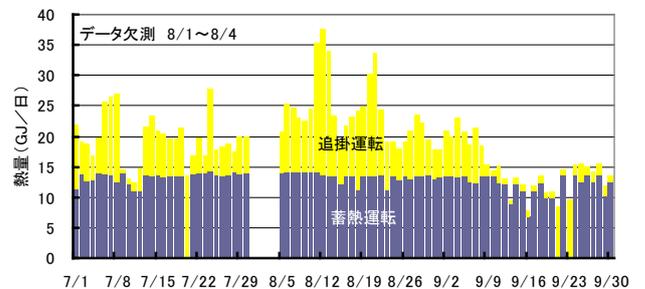


図14 日積算ブラインチラー出力

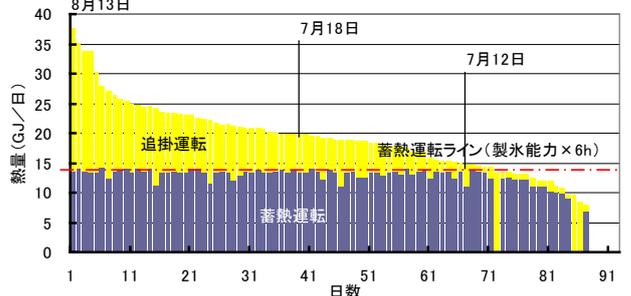


図15 日積算ブラインチラー出力デレージョンプ

7. プラットホーム環境の評価

竣工後、熱環境および風環境の実測評価を行った。プラットホームの温度は、概ね設定温度（27℃）に維持され、相対湿度は給気温度や外気条件等によって変動し、概ね40～80%の範囲に分布している。

ホームの列車風風速は、最大で7.2m/s、階段部で3.1m/sであった。これは、計画時の予測性状と概ね一致し、階段部においても、良好な風環境が維持されていることを確認した。

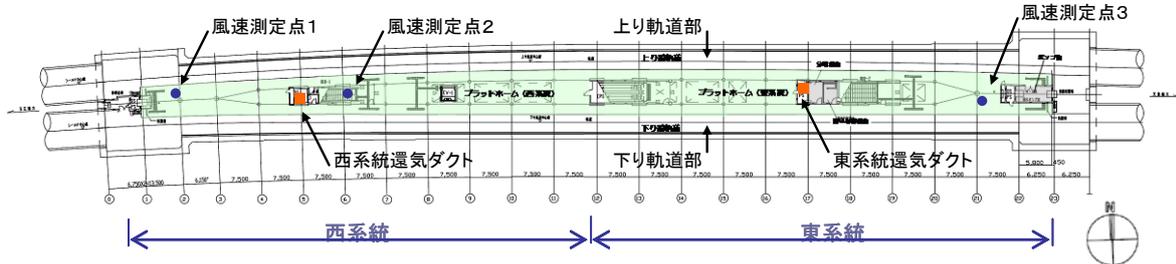


図16 プラットホーム平面図

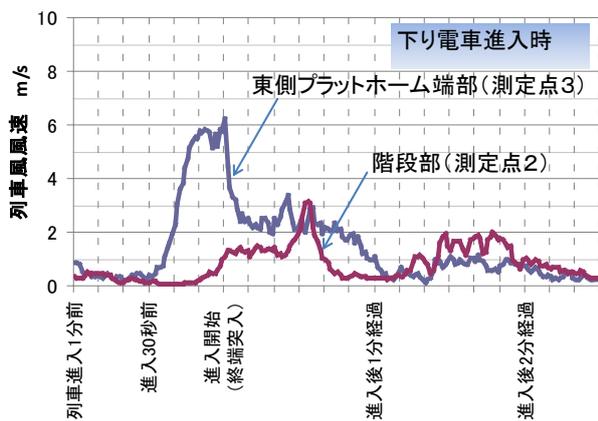


図17 列車風風速の実測結果

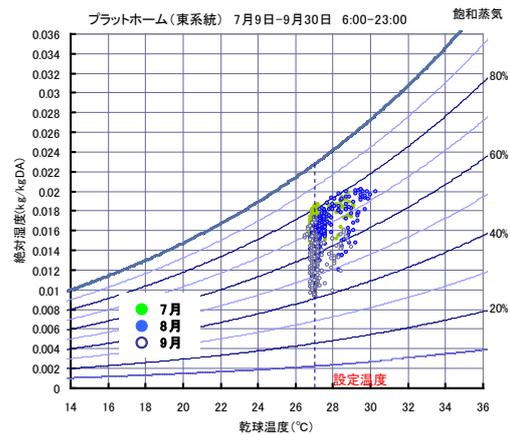
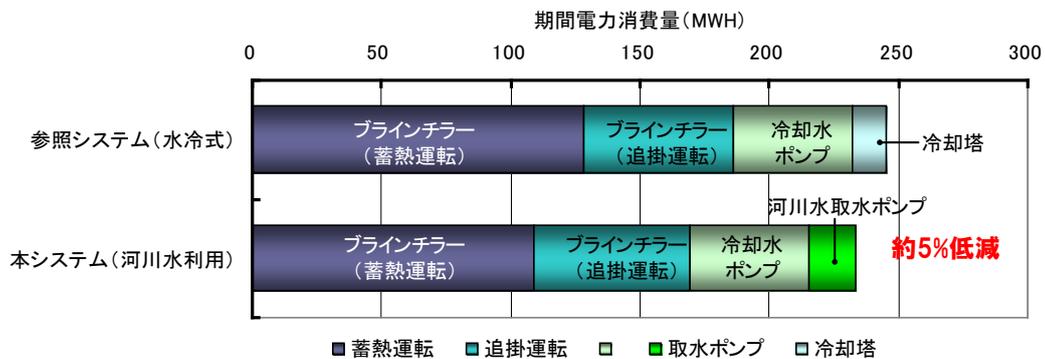


図18 プラットホーム(還気)の温・湿度状態

8. まとめと効果の推定

1) 省エネルギー効果の推定

河川水利用による省エネルギー効果の試算を行った。実績値の一部に計算値を加えた比較ではあるが、河川水利用による省エネルギー効果は、標準的な水冷式システムに対して約5%と推定される。



【計算条件】

- 比較対象期間：夏季（6月1日～9月30日）
- 参照システム：同等のブラインチラー＋冷却塔による水冷式蓄熱システム（成績係数は、追掛運転時3.0、蓄熱運転時2.5とした）
- 比較方法：熱源出力（実測値）を与えて、参照システムの電力消費量を算定した。
- 河川水取水ポンプ、冷却水ポンプ、冷却塔は、運転時間×運転台数×定格電力消費量により算定した。

図19 河川水利用システムの省エネルギー効果の推定

2) ヒートアイランド負荷抑制・暑熱環境緩和効果

水冷システムの場合、冷却塔を介して、遊歩道に排熱が放出される。これに対して本システム（河川水利用）の場合には、大気へ放出する空調排熱がゼロであるため、ヒートアイランド負荷抑制効果があるとともに、遊歩道の暑熱環境緩和に貢献しているものと考えられる。

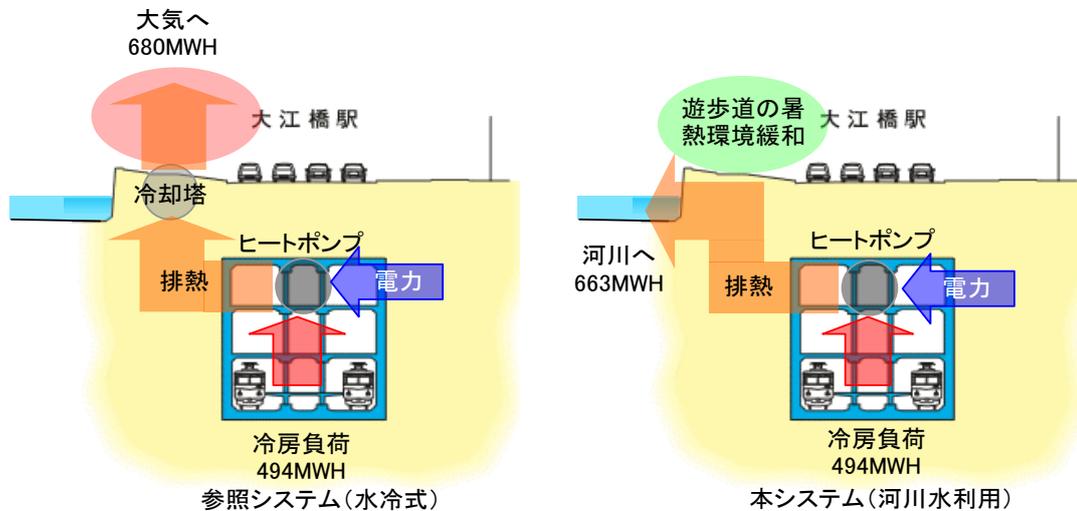


図20 河川水利用システムによるヒートアイランド負荷抑制・暑熱環境緩和効果

おわりに

京阪電鉄中之島線駅舎の河川水利用氷蓄熱式空調システムの計画と評価においては、京阪電気鉄道株式会社をはじめ、各駅舎の設計者、施工者等、多くの関係者のご協力とご支援を頂きました。また、氷蓄熱システムのデータ収集に関しては関西電力株式会社関係者のご協力を頂きました。この場を借りて謝意を表します。

【各駅舎の設計者・施工者】

設計監修：建築／安井建築設計事務所 設備／日建設計

設計：梓設計（なにわ橋駅）、大建設計（大江橋駅）、共同設計（なにわ橋駅）内藤建築設計事務所（中之島駅）

施工：ダイダシ（なにわ橋駅）、テクノ菱和（大江橋駅）、新日本空調（渡辺橋駅）、朝日工業社（中之島駅）

【関連発表論文】

1)丹羽英治, 奥宮正哉, 尹奎英：地下鉄道駅舎のホーム温熱環境と冷房負荷に関する研究—シミュレーションによる給気／吸込口設置位置と還気／排気制御方法の検討—, 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集, 2004年8月

2)丹羽英治, 藪下文廣：京阪中之島線新駅舎の設備計画, 空気調和・衛生工学会近畿支部研究発表会, 2009年2月

3)丹羽英治：駅舎における河川水利用氷蓄熱システムの計画と運転性能評価・システムの計画概要と2009年夏季運転性能評価, 空気調和・衛生工学会大会論文集, 2010年9月